

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan dan Pengembangan Produk

2.1.1 Defenisi Perancangan dan Pengembangan Produk

Perancangan dan pengembangan produk adalah serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Perancangan dan pengembangan produk juga dapat diartikan sebagai urutan langkah-langkah atau kegiatan-kegiatan dimana suatu perusahaan berusaha untuk menyusun, merancang, dan mengkomersialkan suatu produk. Produk tersebut tidak hanya terbatas pada produk yang bersifat fisik tetapi juga produk yang tidak bersifat fisik, yaitu jasa (Ulrich dan Eppinger, 2001).

2.1.2 Empat Tipe Proyek Perancangan dan Pengembangan Produk

Proyek perancangan dan pengembangan produk dapat dikelompokkan menjadi 4 tipe : (Ulrich dan Eppinger, 2001).

1. Platform produk baru

Pengembangan produk untuk merancang suatu keluarga produk baru berdasarkan *platform* yang baru dan umum. Keluarga produk baru akan memasuki kategori pasar dan produk yang sudah dikenal.

2. Turunan dari platform produk yang telah ada

Pengembangan produk untuk memperpanjang *platform* produk supaya lebih baik dalam memasuki pasar yang telah dikenal dengan satu atau lebih produk baru.

3. Peningkatan perbaikan untuk produk yang telah ada

Pengembangan produk yang mungkin hanya melibatkan penambahan atau modifikasi beberapa detil produk dari produk yang telah ada dalam rangka menjaga lini produk yang ada pesaingnya.

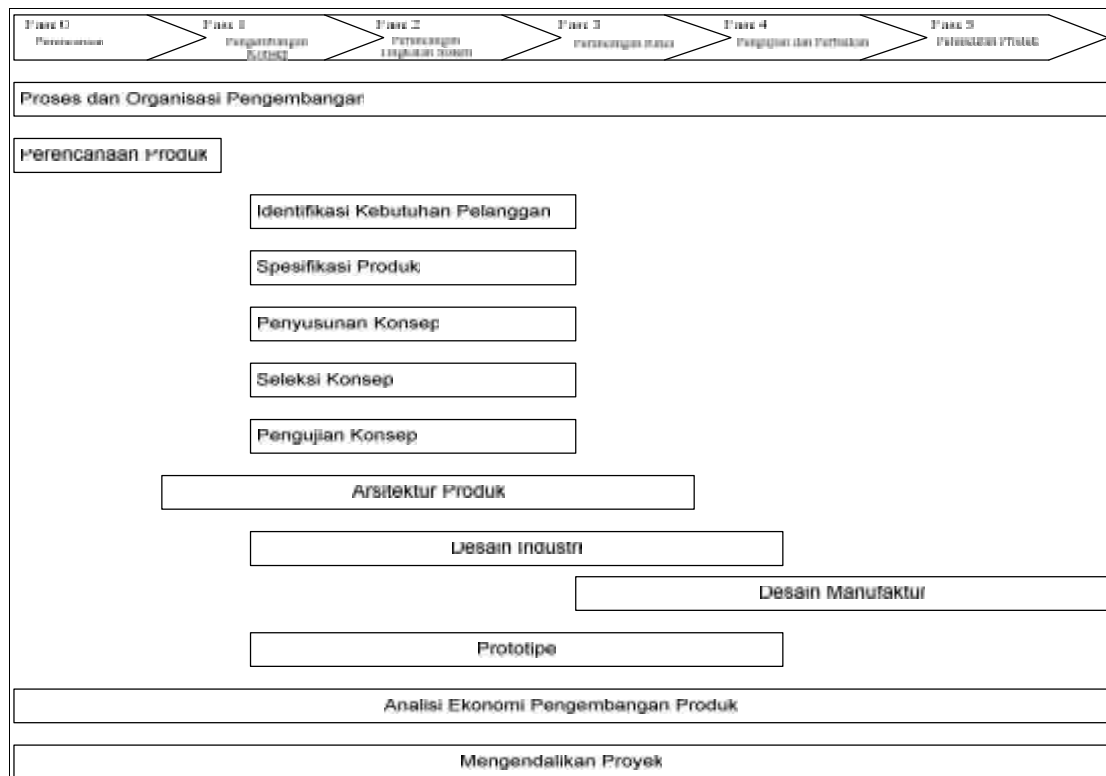
4. Pada dasarnya produk baru

Pengembangan produk yang melibatkan produk yang sangat berbeda

atau teknologi produksi dan mungkin membantu untuk memasuki pasar yang belum dikenal dan baru (Ulrich & Eppinger, 2001).

2.1.3 Tahap-Tahap Dalam Perancangan dan Pengembangan Produk

Secara umum, Proses Pengembangan produk secara umum terdiri dari tahapan-tahapan atau sering juga disebut sebagai fase. Menurut *Karl T. Ulrich* dan *Steven D. Eppinger* dalam bukunya yang berjudul “*Perancangan dan Pengembangan Produk*”, proses pengembangan produk secara keseluruhan terdiri dari 6 fase, yaitu perencanaan produk, pengembangan konsep, perancangan tingkatan sistem, perancangan detail, pengujian dan perbaikan, dan produksi awal. Untuk lebih jelasnya, tahapan dalam perancangan dan pengembangan produk dapat dilihat dalam Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Proses Perancangan dan Pengembangan Produk Menurut Ulrich-Eppinger

Adapun fase-fase yang terdapat pada perancangan dan pengembangan produk adalah sebagai berikut :

- Fase 0. Perencanaan

Kegiatan ini disebut sebagai ‘*zerofase*’ karena kegiatan ini mendahului

persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk aktual.

b. Fase 1. Pengembangan Konsep

Pada fase pengembangan konsep, kebutuhan pasar target diidentifikasi, alternatif konsep-konsep produk dibangkitkan dan dievaluasi, dan satu atau lebih konsep dipilih untuk pengembangan dan percobaan lebih jauh. Dimana yang dimaksud dengan konsep di sini adalah uraian dari bentuk, fungsi, dan tampilan suatu produk dan biasanya disertai dengan sekumpulan spesifikasi, analisis produk-produk pesaing serta pertimbangan ekonomis proyek.

c. Fase 2. Perancangan Tingkatan Sistem

Fase Perancangan Tingkatan Sistem mencakup definisi arsitektur produk dan uraian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen. *Output* pada fase ini biasanya mencakup tata letak bentuk produk, spesifikasi secara fungsional dari tiap subsistem produk, serta diagram aliran proses pendahuluan untuk proses rakitan akhir.

d. Fase 3. Perancangan Detail

Fase perancangan detail mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material, dan toleransi-toleransi dari seluruh komponen unit pada produk dan identifikasi seluruh komponen standar yang dibeli dari pemasok. Rencana proses dinyatakan dan peralatan dirancang untuk tiap komponen yang dibuat, dalam sistem produksi. *Output* dari fase ini adalah pencatatan pengendalian untuk produk, gambar untuk tiap komponen produk dan peralatan produksinya, spesifikasi komponen-komponen yang dapat dibeli, serta rencana untuk proses pabrikasi dan perakitan produk.

e. Fase 4. Pengujian dan Perbaikan

Fase pengujian dan perbaikan melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi produksi awal produk. Prototipe awal (*alpha*) biasanya dibuat dengan menggunakan komponen-komponen dengan bentuk dan jenis material pada produksi sesungguhnya, namun tidak memerlukan proses pabrikasi dengan proses yang sama dengan yang

dilakukan pada proses pabrikasi sesungguhnya. Sasaran dari prototipe *beta* biasanya adalah untuk menjawab pertanyaan mengenai kinerja dan keandalan dalam rangka mengidentifikasi kebutuhan perubahan-perubahan secara teknik untuk produk akhir.

f. Fase 5. Produksi awal

Pada fase produksi awal, produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi awal ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam memecahkan permasalahan yang mungkin timbul pada proses produksi sesungguhnya. Pada beberapa titik pada masa peralihan ini, produk diluncurkan dan mulai disediakan untuk didistribusikan (Ulrich & Eppinger, 2001).

2.1.3.1 Perencanaan Produk (*Product Planning*)

Setiap proses pengembangan produk diawali dengan fase perencanaan, yang berkaitan dengan kegiatan-kegiatan pengembangan teknologi dan penelitian tingkat lanjut. *Output* fase perencanaan ini adalah pernyataan misi proyek digunakan sebagai input yang dibutuhkan untuk memulai tahapan pengembangan konsep dan merupakan suatu petunjuk untuk tim pengembangan.

Untuk mengembangkan suatu rencana produk dan pernyataan misi proyek, ada lima tahapan proses berikut :

a. Mengidentifikasi peluang

Rencana proses dimulai dengan mengidentifikasi peluang-peluang pengembangan produk. Langkah ini dapat dibayangkan sebagai *input* dari perusahaan. Ide-ide untuk produk baru atau detail produk berasal dari beberapa sumber, meliputi (diantaranya):

- a. Personal pemasaran dan penjualan
- b. Penelitian dan organisasi pengembangan teknologi
- c. Tim pengembangan produk saat ini
- d. Manufaktur dan operasional organisasi
- e. Pelanggan sekarang atau potensial

Proses identifikasi peluang pengembangan produk sangat berhubungan dengan kegiatan identifikasi kebutuhan pelanggan. Beberapa pendekatan proaktif meliputi:

1. Mencatat kegagalan dan keluhan yang dialami pelanggan dengan produk yang sudah ada sekarang
2. Mewawancarai pengguna utama, dengan memfokuskan pada proses inovasi oleh pengguna-pengguna ini dan modifikasi-modifikasi yang dilakukan oleh para pengguna terhadap produk yang sudah ada.
3. Mempertimbangkan implikasi terhadap adanya kecenderungan- kecenderungan dalam gaya hidup, demografis, dan teknologi untuk kategori produk yang ada dan peluang-peluang kategori produk baru.
4. Beberapa usulan pelanggan sekarang dikumpulkan secara sistematis melalui tenaga penjual dan sistem pelayanan pelanggan.
5. Status teknologi yang muncul dilihat kembali untuk memfasilitasi perpindahan teknologi yang tepat dari penelitian ke arah pengembangan produk.

b. Mengevaluasi dan Memprioritaskan Proyek

Langkah kedua dalam proses perencanaan produk adalah memilih proyek. Empatperspektif dasar yang berguna dalammengevaluasi dan memprioritaskan peluang-peluang bagi produk baru dalam kategori produk yang sudah ada adalah

a. Strategi bersaing

Strategi bersaing perusahaan merupakan suatu pendekatan pasar dan produk yang mendasar dengan memperhatikan para pesaing. Strategi ini digunakan untuk memilih peluang. Pada umumnya perusahaan melakukan kompetensi strategi dan membantu dalam bersaing.

b. Segmentasi pasar

Dengan membagi suatu pasar menjadi segmen-segmen, memungkinkan perusahaan untuk mempertimbangkan tindakan para pesaing dan kekuatan produk perusahaan sekarang berdasarkan

kelompok pelanggan yang jelas. Dengan memetakan produk-produk pesaing dan produk milik perusahaan sendiri dalam segmen-segmen, lini produknya dan yang mana memanfaatkan kelemahan dari penawaran pesaing-pesaing.

c. Mengikuti perkembangan teknologi

Dalam bisnis yang sifatnya intensif teknologi, keputusan perencanaan produk yang utama adalah penentuan waktu untuk menggunakan teknologi dasar yang baru dalam lini produksi.

d. Perencanaan *platform* produk

Platform produk merupakan sekumpulan asset yang dibagi dalam sekumpulan produk. Komponen-komponen dan subrakitan-subrakitan sering menjadi hal terpenting dari aset-aset ini. Platform yang efektif dapat memungkinkan variasi turunan produk untuk dirancang lebih cepat dan lebih mudah, dimana setiap produk memberikan ciri-ciri dan fungsi-fungsi yang diinginkan oleh segmen pasar utama (Ulrich & Eppinger, 2001).

Tabel 2.1 Pernyataan Misi dari Proyek *Portabel Shoooping*

Pernyataan Misi : <i>Portabel Shopping Trolley</i>	
Deskripsi Produk	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Portable</i> ➤ Mudah untuk dibawa dan didorong ➤ Tujuan : untuk belanja
Sasaran Bisnis Kunci	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produk di perkenalkan awal 2003 ➤ 50% <i>gross margin</i> ➤ Pencapaian <i>minimum</i> 50% dari <i>market share</i> untuk <i>portable trolley in Indonesia</i>
Pasar Primer	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ibu Rumah Tangga
Pasar Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Orang tua ➤ Supermarket/Mini market ➤ Mahasiswa/orang yang tinggal di <i>apartemen</i>
Asumsi dan Batasan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Platform</i> Produk Baru ➤ Teknologi <i>portable Trolley</i> ➤ Di buat di Indonesia
<i>Stakeholder</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pengguna ➤ <i>Retailer</i> ➤ Distributor ➤ Tenaga Penjual ➤ Departemen Produksi

(Yola, 2012)

2.1.3.2 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan bagian yang integral dari proses pengembangan produk, dan merupakan tahap yang mempunyai hubungan paling erat dengan proses penurunan konsep, seleksi konsep, *benchmark* dengan pesaing dan menetapkan spesifikasi produk. Salah satu cara untuk mengetahui kebutuhan konsumen, pasar dan komponennya dapat dilakukan dengan menganalisa 5W (*What, Who, Why, Where, When*) (Dewa, T. R, 1999).

Filosofi yang mendukung metode ini adalah menciptakan jalur informasi yang berkualitas antara pelanggan sebagai target pasar dengan perusahaan pengembang produk. Filosofi ini dibangun berdasarkan anggapan bahwa siapapun yang secara langsung mengatur detail-detail produk, apakah seorang ahli teknik maupun desainer industri, harus berinteraksi dengan pelanggan dan memiliki pengalaman dengan lingkungan. (Ulrich & Eppinger, 2001).

Tujuan dari mengidentifikasi kebutuhan pelanggan adalah :

- a. Meyakinkan bahwa produk telah difokuskan kepada kebutuhan pelanggan
- b. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang tersembunyi dan tidak terucapkan (*latent needs*) seperti halnya kebutuhan yang eksplisit.
- c. Menjadi basis untuk menyusun spesifikasi produk
- d. Memudahkan pembuatan arsip dari aktivitas identifikasi kebutuhan untuk proses pengembangan produk
- e. Menjamin tidak ada kebutuhan pelanggan penting yang terlupakan
- f. Menanamkan pemahaman bersama mengenai kebutuhan pelanggan diantara anggota tim pengembangan

Lima tahap proses identifikasi kebutuhan pelanggan adalah :

a. Mengumpulkan data mentah dari pelanggan

Proses pengumpulan data mentah dari pelanggan akan mencakup kontak dengan pelanggan dan mengumpulkan pengalaman dari lingkungan pengguna produk. Sebelum dilakukan wawancara atau lainnya harus dibuat dahulu matriks seleksi pelanggan untuk memilih pelanggan yang akan digali kebutuhannya dan mempunyai pengalaman dengan penggunaan produk tersebut.

b. Menginterpretasikan data mentah menjadi kebutuhan pelanggan

Kebutuhan pelanggan diekspresikan sebagai pernyataan tertulis dan merupakan hasil interpretasi kebutuhan yang merupakan data mentah setiap pernyataan atau hasil observasi dapat diterjemahkan sebagai kebutuhan pelanggan.

c. Mengorganisasikan kebutuhan menjadi beberapa hierarki, yaitu kebutuhan primer, sekunder dan jika perlu tertier

Daftar kebutuhan yang didapatkan sebelumnya beberapa diantaranya merupakan kebutuhan primer, dimana kebutuhan primer dapat tersusun dari beberapa kebutuhan sekunder. Kebutuhan primer adalah kebutuhan yang paling umum sifatnya, sementara kebutuhan sekunder dan tertier diekspresikan secara lebih terperinci.

d. Menetapkan derajat kepentingan relatif setiap kebutuhan

Dalam menetapkan derajat kepentingan relatif setiap kebutuhan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara pertama tim pengembang mendiskusikan secara bersama untuk menentukan langsung derajat kepentingan setiap kebutuhan secara bersama-sama. Cara kedua adalah dengan melakukan survey lanjutan dengan memilih variabel yang dianggap penting.

e. Menganalisa hasil dan proses

Langkah terakhir pada metode identifikasi kebutuhan pelanggan adalah menguji hasil dan meyakinkan bahwa hasil tersebut konsisten dengan pengetahuan dan intuisi yang telah dikembangkan melalui interaksi yang cukup lama dengan pelanggan.

Proses QFD mencakup pembangunan satu atau lebih matrik. Matrik pertama disebut Rumah Mutu (*House of Quality - HoQ*) yang menunjukkan keinginan dan kebutuhan pelanggan (suara-suara dari pelanggan) atau tujuan (apa) di sebelah kirinya, inilah yang merupakan masukan untuk QFD. Keinginan dan kebutuhan pelanggan ini akan menjadi pengemudi dari pengembangan persyaratan bagi produk atau pelayanan baru yang diinginkan oleh konsumen (Suhartini, 2012).

Untuk penelitian survei, biasanya rumus yang bisa dipakai menggunakan proporsi binomunal (*binomunal proportions*). Jika besar populasi (N) diketahui, maka dicari dengan menggunakan rumus berikut: (Suyatno, 2010).

$$n = \frac{Z^2 1-\alpha/2 p (1-p) N}{d^2(N-1) + Z^2 1-\alpha/2 p (1-p)} \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan jumlah populasi (N) yang diketahui, maka peneliti bisa melakukan pengambilan sampel secara acak.

Namun apabila besar populasi (N) tidak diketahui atau (N-n)/(N-1)=1 maka besar sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{P (1-p) (Z\alpha/2)}{d^2} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

n = jumlah sampel minimal yang diperlukan

α = derajat kepercayaan

p = proporsi

q = 1-p

d = limit dari error atau presisi absolut

Jika ditetapkan $\alpha = 0,05$ atau $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$ atau $Z^2_{1-\alpha/2} = 1,962$ atau dibulatkan

menjadi 4, maka rumus untuk besar N yang diketahui kadang-kadang diubah menjadi:

$$n = \frac{4 p q}{d^2} \dots\dots\dots 2.3$$

2.1.3.3 Spesifikasi Produk

Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut (nilai metrik). Spesifikasi produk adalah metrik dan nilai metrik yang harus dicapai oleh sebuah produk, dan bukan bagaimana produk harus bekerja. Umumnya dalam pengembangan sebuah produk memerlukan dua kali penentuan spesifikasi, yaitu spesifikasi awal atau target spesifikasi dan spesifikasi akhir. Salah satu cara yang paling banyak untuk proses penentuan spesifikasi awal adalah dengan menerapkan *Quality Function Deployment* (QFD) (Agus, 2012).

Sebelum membuat daftar spesifikasi, input yang digunakan adalah tabel kebutuhan pelanggan dengan derajat kepentingannya seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Contoh Format Kebutuhan Pelanggan dan Derajat Kepentingan

No	Kebutuhan		Kepentingan
1	(Produk)	Mengurangi getaran pada tangan	3
2	(Produk)	Memungkinkan berjalan lambat pada daerah yang sulit	2
3	(Produk)	Mudah dibelokkan	5
4	(Produk)	Memungkinkan penyesuaian yang sensitif	3
5	(Produk)	Tetap kaku selama daerah keras	4
6	(Produk)	Ringan	4

(Ulrich & Eppinger, 2001).

Proses pembuatan target spesifikasi terdiri dari 4 langkah, yang secara keseluruhan menggunakan metode QFD (*Quality Function Deployment*). 4 langkah tersebut adalah :

1. Menyiapkan gambar metrik dan menggunakan matriks-metrik kebutuhan jika diperlukan.

Metrik yang baik adalah yang merefleksikan secara langsung nilai produk yang memuaskan kebutuhan pelanggan. Hubungan antara kebutuhan dan metrik merupakan inti dari proses spesifikasi. Asumsinya adalah menerjemahkan kebutuhan pelanggan menjadi sekumpulan nilai spesifikasi yang tepat dan terukur dapat dilakukan, dan upaya memenuhi spesifikasi dengan sendirinya akan menghasilkan kepuasan terhadap kebutuhan pelanggan yang terkait (Tirta, 2011).

Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan ketika membuat daftar metrix:

- Metrix harus komplit
- Metrix harus merupakan variabel berhubungan (*dependent*), bukan variabel bebas (*interdependent*)
- Metrix harus praktis
- Beberapa keluhan yang tidak dengan mudah diterjemahkan menjadi metrix yang terukur
- Metrix harus merupakan istilah yang populer untuk perbandingan di pasar.

Setelah itu daftar metrik dapat dihubungkan dengan kebutuhan

menggunakan Matriks kebutuhan-metrik (*Needs-Metrics Matrix*). Lihat Gambar 2.2 berikut :

Gambar 2.2 Contoh Format Matriks Kebutuhan-Metrik (QFD)

2. Mengumpulkan informasi tentang pesaing.

Kecuali tim mengharapkan monopoli total, analisi hubungan antara produk baru dengan produk pesaing sangat penting dalam menentukan kesuksesan komersial. Ketika tim memulai proses pengembangan produk dengan beberapa ide tentang bagaimana produk bersaing di pasaran, target spesifikasi adalah bahasa yang digunakan tim untuk berdiskusi dan menentukan posisi produknya dibandingkan produk yang ada, baik produk yang dimiliki perusahaan sendiri maupun produk pesaing. Informasi mengenai produk pesaing harus dikumpulkan untuk mendukung keputusan mengenai *Positioning* produk.

3. Menetapkan nilai target ideal dan marginal yang dapat dicapai untuk tiap metrik.

Dalam langkah ini, tim menyatukan informasi yang tersedia untuk mengatur nilai target untuk setiap metrik. Diperlukan dua macam nilai target, yaitu: nilai ideal dan nilai yang dapat diterima secara marginal. Nilai ideal

adalah hasil terbaik yang diharapkan tim. Nilai yang dapat diterima secara marginal adalah nilai metrik yang membuat produk diterima secara komersial. Kedua target ini berguna untuk menuntun tahap pengembangan konsep dan pemilihan konsep, serta memperbaiki spesifikasi setelah konsep produk dipilih. Karena sebagian besar nilai diekspresikan dalam batasan-batasan tertentu (maksimal, minimal atau keduanya) perlu dibuat batasan-batasan nilai yang layak dan dapat bersaing dengan produk pesaing.

4. Merefleksikan hasil dan proses

Perlu dilakukan beberapa kali pengulangan sampai akhirnya target disetujui. Melakukan pertimbangan pada tiap kali pengulangan akan membantu meyakinkan bahwa hasil yang diperoleh sudah konsisten dengan tujuan proyek.

Spesifikasi secara keseluruhan dapat ditinjau kembali untuk diperbaiki agar lebih tepat, sehingga yang tadinya hanya berupa pernyataan target dan selang tertentu, kini dapat dibuat lebih tepat.

Ketika tim telah memilih salah satu konsep dan mempersiapkan tahap pengembangan dan perencanaan desain selanjutnya, spesifikasi diperiksa kembali. Spesifikasi yang awalnya hanya berupa pernyataan target dalam selang nilai tertentu, sekarang diperbaiki dan dibuat lebih tepat.

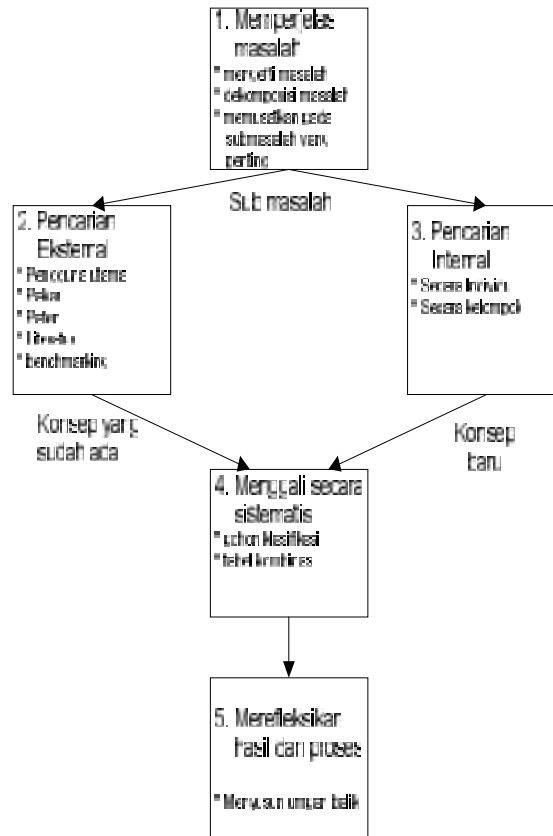
Menentukan spesifikasi akhir sangat sulit karena adanya *trade-offs*, yaitu hubungan berlawanan antara dua spesifikasi yang sudah melekat pada konsep produk yang dipilih. *Trade-offs* terjadi antara metric kinerja teknik yang berbeda dan hampir selalu terjadi antara biaya dan metric kinerja teknik.

2.1.3.4 Penyusunan Konsep

Pengembangan konsep adalah proses didorong oleh serangkaian kebutuhan pelanggan dan target spesifikasi produk, yang kemudian di ubah menjadi satu set desain konseptual dan solusi teknologi yang potensial. Seringkali, konsep- konsep ini disertai dengan model desain industry dan *prototype* eksperimental yang membantu dalam membuat pilihan akhir. Konsep produk adalah sebuah gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja, dan

bentuk produk (Yola, Melfa, 2012).

Metode penyusunan konsep secara umum terdiri atas 5 langkah dengan memecahkan sebuah masalah kompleks yang menjadi submasalah yang lebih sederhana. Berikut Gambar dari lima langkah metode penyusunan konsep :



Gambar 2.3 Langkah Metode Penyusunan Konsep (Ulrich dan Eppinger, 2001).

Kemudian dikenalkan konsep penyelesaian untuk submasalah menggunakan prosedur pencarian eksternal dan internal, pencarian eksternal untuk konsep yang sudah ada, sedangkan pencarian internal untuk konsep baru. Pohon klasifikasi digunakan untuk memisahkan keseluruhan penyelesaian yang mungkin menjadi beberapa kelas berbeda yang akan memudahkan perbandingan dan pemangkasan. Tabel kombinasi konsep menyediakan sebuah cara untuk mempertimbangkan kombinasi solusi secara sistematis. Jadi intinya pohon klasifikasi dan tabel kombinasi kemudian digunakan untuk menggali secara sistematis konsep penyelesaian tersebut dan untuk

mengintegrasikan penyelesaian sub masalah ke dalam sebuah penyelesaian total. Akhirnya dapat dibuat sebuah langkah mundur untuk merefleksikan validitas dan kemampuan aplikasi dari hasil, seperti yang digunakan oleh proses.

2.1.3.5 Seleksi Konsep

Beberapa konsep yang sudah terbentuk pasti memilih kelebihan dan kekurangan masing-masing. Untuk itu seleksi konsep merupakan proses menilai konsep dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan kriteria lain, membandingkan kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep, dan memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan, pengujian dan pengembangan selanjutnya. Ada 7 kriteria yang menjadi dasar pemilihan sebuah konsep produk, yaitu:

1. Kemudahan penanganan
2. Kemudahan penggunaan
3. Kemudahan membaca ukuran (untuk alat yang memiliki alat ukur)
4. Akurasi pengukur dosis (untuk alat ukur)
5. Daya tahan
6. Kemudahan proses manufaktur
7. Mudah dibawa.

Metode pemilihan konsep sangatlah bervariasi dilihat dari efektivitasnya. Beberapa metode tersebut adalah:

a. Keputusan eksternal

Konsep-konsep dikembalikan kepada pelanggan, klien, atau beberapa lingkup eksternal lainnya untuk diseleksi

b. Produk juara

Seorang anggota yang berpengaruh dari tim pengembangan produk memilih sebuah konsep atas dasar pilihan pribadi.

c. Intuisi

Konsep dipilih berdasarkan perasaan. Kriteria eksplisit atau analisis pertentangan tidak digunakan. Konsep yang dipilih semata-mata yang kelihatan lebih baik.

d. Multivoting

Tiap anggota tim memilih beberapa konsep. Konsep yang paling banyak dipilih yang akan digunakan.

e. Pro dan kontra

Tim mendaftar tiap kelemahan dan kekuatan dari tiap konsep dan membuat sebuah pilihan berdasarkan pendapat kelompok.

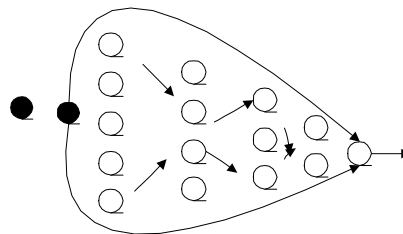
f. Prototype dan pengujian

Organisasi membuat dan menguji prototipe dari tiap konsep, lalu menyeleksi berdasarkan data pengujian.

g. Matriks keputusan

Tim menilai masing-masing konsep berdasarkan kriteria penyeleksian yang telah ditetapkan sebelum yang dapat diberi bobot.

Metode seleksi konsep pada proses ini didasarkan pada penggunaan matriks keputusan untuk mengevaluasi masing-masing konsep dengan mempertimbangkan serangkaian kriteria seleksi (Ulrich & Eppinger, 2001).



Gambar 2.4 Seleksi dan Penyaringan Konsep

Semua fase awal dari pengembangan produk sangat berpengaruh pada kesuksesan produk. Proses seleksi konsep yang terstruktur akan membantu mempertahankan objektivitas keseluruhan fase konsep dari proses pengembangan dan menuntun tim pengembangan produk melalui proses yang kritis, sulit dan kadangkala emosional. Secara khusus, metode seleksi konsep yang terstruktur memberikan keuntungan potensial, diantaranya:

a. Produk terfokus pada pelanggan

Karena konsep secara eksplisit dievaluasi berdasarkan kriteria pelanggan, seleksi konsep kemungkinan besar difokuskan kepada pelanggan.

b. Rancangan yang kompetitif

Dengan membandingkan (*benchmarking*) konsep dengan rancangan yang sudah ada, desainer akan mengusahakan rancangan agar menyamai atau melebihi penampilan pesaingnya pada beberapa dimensi kunci.

c. Koordinasi antara proses dan produk yang lebih baik

Evaluasi produk yang eksplisit dengan penekanan terhadap kriteria manufaktur akan memperbaiki kemampuan produksi produk dan menyesuaikan produk dengan kapabilitas proses dari perusahaan.

d. Mengurangi waktu untuk pengenalan produk

Sebuah metode yang terstruktur akan menjadi sebuah bahasa umum diantara insinyur perancangan, manufaktur, perancangan industri, pemasaran dan manajemen proyek. Hal itu mengakibatkan berkurangnya kesalahan dalam komunikasi sehingga komunikasi yang lebih cepat dan kesalahan awal dapat diminimalkan.

e. Pengambilan keputusan kelompok yang efektif

Metode yang terstruktur akan mendorong pengambilan keputusan berdasarkan kriteria objektif dan memperkecil kemungkinan keputusan yang sewenang-wenang atau faktor personal yang mempengaruhi pemilihan konsep produk.

f. Dokumentasi proses keputusan

Metode yang terstruktur akan membantu menghasilkan catatan yang akan membantu memahami alasan yang berada dibelakang keputusan konsep. Catatan ini bermanfaat untuk membantu proses pembelajaran anggota tim baru dan untuk menilai dengan cepat pengaruh perubahan kebutuhan konsumen pada alternatif yang tersedia.

Proses seleksi konsep terdiri atas 2 langkah utama yaitu penyaringan konsep dan penilaian konsep dengan metode yang dikembangkan oleh Stuart Pugh pada tahun 1980-an dan sering sekali disebut seleksi konsep Pugh (Pugh,1990). Tujuan tahapan ini adalah mempersempit jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep.

Tabel 2.3 Tabel Matriks Penyaringan Konsep

Kriteria	Konsep		
	A	B	C
Kriteria 1			
Kriteria 2			
Kriteria 3			
Kriteria 4			
Kriteria 5			
Kriteria 6			
Kriteria 7			
Kriteria 8			
Jumlah +			
Jumlah 0			
Jumlah -			
Nlai akhir			
Peringkat			
Lanjutkan?			

(Ulrich dan Eppinger, 2001).

Proses penyaringan konsep merupakan proses penilaian yang sederhana yang menggunakan tiga simbol yaitu nilai relatif “lebih baik” (+), konsep tersebut sama dengan konsep yang lainnya. Dan terakhir “lebih buruk” (-), bila konsep tersebut lebih buruk dari konsep yang lainnya. Kemudian jumlah bobot tiap kriteria dijumlahkan untuk masing-masing konsep diberi rangking.

Tahapan selanjutnya pada seleksi konsep adalah dengan menggunakan matriks penilaian konsep, dengan cara menambahkan bobot kepentingan ke dalam matriks.

Tabel 2.4 Tabel Penilaian Konsep

		Konsep			
		A		B	
Kriteria seleksi	Beban	Rating	Nilai Beban	Rating	Nilai Beban
Kriteria 1	%				
Kriteria 2	%				
Kriteria 3	%				
Kriteria 4	%				
Kriteria 5	%				
Kriteria 6	%				
Kriteria 7	%				
Kriteria 8	%				
	Total Nilai Peringkat				
	Lanjutan ?				

(Ulrich dan Eppinger, 2001).

Beberapa pola yang berbeda dapat digunakan untuk memberi bobot pada kriteria seperti menandai nilai kepentingan dari 1-5 atau mengalokasi nilai 100%. Selanjutnya penetapan rating dapat dilakukan oleh beberapa responden untuk menentukan apakah bobot yang diberikan sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

Nilai rating dan beban dikalikan untuk mendapatkan nilai beban. Nilai beban ini yang akan dijumlahkan untuk menentukan rangking tiap konsep yang dinilai. Sama seperti tahap penyaringan konsep, konsep yang terpilih adalah konsep yang memiliki rangking tertinggi (Ulrich dan Eppinger, 2001).

2.1.3.6 Pengujian Konsep

Pengujian Konsep berhubungan erat dengan seleksi konsep, dimana kedua aktivitas ini bertujuan untuk menyempitkan jumlah konsep yang akan diproses lebih lanjut. Namun pengujian konsep berbeda, karena aktivitas ini menitikberatkan pada pengumpulan data langsung dari pelanggan potensial dan hanya melibatkan sedikit penilaian dari tim pengembang. Tim bisa saja memilih tidak melakukan pengujian konsep apa pun jika waktu yang dibutuhkan untuk menguji konsep relative panjang dibandingkan dengan siklus waktu hidup produk, atau jika biaya pengujian relative cukup besar bila dibandingkan dengan biaya peluncuran (*launching*) produk.

Tahapan ini dilakukan setelah seleksi konsep karena tidak memungkinkan untuk menyodorkan banyak konsep ke pelanggan potensial untuk diuji, sehingga konsep-konsep alternatif harus dipersempit terlebih dahulu menjadi satu atau dua konsep untuk diuji.

Metode pengujian konsep terdiri dari 7 tahap yaitu :

- 1) **Mendefinisikan maksud dari pengujian konsep** Pengujian konsep dapat diartikan sebagai suatu eksperimen, oleh karena itu perlu didefinisikan dahulu maksud dari eksperimen ini dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti Konsep mana yang akan diuji?, Bagaimana konsep dapat diperbaiki?, Berapa Jumlah produk yang dapat dijual?, Dapatkah proses pengembangan dilanjutkan?
- 2) **Memilih Populasi Survei** Seringkali produk ditujukan untuk pasar potensial dengan beberapa segmen sekaligus. Hal yang perlu diperhatikan adalah pengujian ke beberapa segmen sekaligus akan membuang banyak waktu dan biaya
- 3) **Memilih Format Survei** Sama seperti survei-survei yang pernah dilakukan pada tahapan sebelumnya, jenis format yang dapat dipilih adalah dengan : *face-to-face interaction*, Telepon, Surat, *E-mail*, Internet. Dan tiap format memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing.
- 4) **Mengkomunikasikan Konsep** Yang membedakan survei pengujian konsep dengan survei-survei sebelumnya adalah adanya konsep terpilih yang harus dikomunikasikan kepada responden untuk dinilai sendiri oleh mereka. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mengkomunikasikan Sehingga tim pengembang dapat memilih cara yang sesuai untuk mengkomunikasikan konsep disesuaikan dengan biaya dan kemampuan yang ada.
- 5) **Mengukur respon pelanggan** Data yang didapatkan dari survei dapat diolah dan digunakan untuk mengukur respon pelanggan, dan hal yang terutama diukur adalah Konsep mana yang dipilih, usulan perbaikan, serta keinginan pelanggan untuk membeli dengan dibagi ke dalam 5 skala yaitu pasti akan membeli, mungkin akan membeli, mungkin atau tidak akan

membeli, mungkin tidak akan membeli, pasti tidak akan membeli. Atau bisa juga dengan cara menyuruh responden untuk menyebut angka peluang sendiri untuk membeli.

- 6) **Menginterpretasikan Hasil** Maksud dari menginterpretasikan hasil adalah bila memang ada konsep yang mendominasi, maka secara langsung konsep tersebut dapat dipilih untuk dilanjutkan ke tahap pengembangan model, tetapi bila hasilnya tidak terbatas, maka konsep dapat dipilih berdasarkan pertimbangan waktu dan biaya.
- 7) **Merefleksikan Hasil dan proses** Manfaat utama dari pengujian konsep adalah memperoleh umpan balik dari pelanggan potensial, yang diuntungkan oleh pemikiran tentang pengaruh tiga variabel kunci yang terdapat pada model prediksi yaitu : Ukuran Pasar keseluruhan, Ketersediaan tentang produk, dan proporsi pelanggan yang mungkin akan membeli produk.

2.1.3.7 Arsitektur Produk

Arsitektur produk adalah penugasan elemen-elemen fungsional dari produk terhadap kumpulan bangunan fisik (*physical building blocks*) produk. Tujuan arsitektur produk adalah menguraikan komponen fisik dari produk apa yang harus dilakukan oleh komponen tersebut dan seperti apa penghubung atau pembatas (*interface*) yang digunakan untuk peralatan lainnya (Yola, 2012).

Dalam menentukan suatu keputusan arsitektur produk terdapat tiga langkah, yaitu :

1. Membuat skema produk; skema adalah suatu diagram yang menggambarkan pengertian tim terhadap elemen-elemen penyusunan produk.
2. Mengelompokkan elemen-elemen pada skema. Tantangannya yaitu bagaimana menugaskan setiap elemen yang terdapat pada skema menjadi *chunk* menjalankan setiap fungsi tertentu.
3. Membuat susunan geometris kasar. Susunan geometris dapat diciptakan dalam bentuk gambar, model computer atau model fisik (dari busa, triplek

dan lain-lain) yang terdiri dari dua dan tiga dimensi.

2.1.3.8 Desain Detail dan Desain Industri

Perhimpunan Desain Industri Amerika (IDSA) mendefinisikan Desain Industri sebagai “ jasa professional dalam menciptakan dan mengembangkan konsep dan spesifikasi guna memaksimalkan fungsi-fungsi, nilai dan penampilan produk serta sistem untuk mencapai suatu system yang mutual antara pemakai dan produsen. Dressfuss (1667) membuat lima daftar tujuan penting. Desainer-desainer industri dapat membanting tim untuk mencapainya ketika mengembangkan produk-produk baru (Yola, 2012).

Desain industri adalah layanan professional untuk menciptakan dan mengembangkan konsep dan spesifikasi yang dioptimalkan fungsi, nilai dan penampilan produk dan system untuk saling menguntungkan kedua pengguna dan produsen. Desain industry memusatkan perhatian mereka pada bentuk dan interaksi pengguna produk. Di sini, sebagai desainer bertanggung jawab atas aspek produk yang berhubungan dengan pengalaman pengguna – daya tarik estetika produk (bagaimana tampilan suara, terasa, bau, dan lain-lain) dan kebutuhan ergonomik (Yola, 2012)

Ada lima tujuan penting yang didapat dari desain industri:

1. Kegunaan

Hasil produksi manusia harus selalu aman, mudah digunakan, dan intuitif. Setiap ciri harus dibentuk sedemikian rupa sehingga memudahkan pemakainya mengetahui fungsinya.

2. Penampilan

Bentuk, garis, proporsi, dan warna digunakan untuk menyatukan produk menjadi satu produk yang menyenangkan.

3. Kemudahan pemeliharaan

Produk harus juga didesain untuk memberitahukan bagaimana mereka dapat dirawat dan diperbaiki.

4. Biaya-biaya rendah

Bentuk dan ciri memegang peranan besar dalam biaya perawatan dan

produksi. Karena itu, hal ini harus diperhatikan secara bersama-sama oleh tim.

5. Komunikasi

Desain produk harus dapat mewakili filosofi desain perusahaan dan misi perusahaan melalui visualisasi kualitas produk.

Semua produk yang digunakan, dioperasikan, atau dilihat oleh orang-orang amat bergantung pada desain industri untuk mencapai kesuksesan komersial. Dengan adanya pemikiran demikian, akan mudah menilai pentingnya desain industri terhadap suatu produk tertentu. Untuk menjelaskan pentingnya desain industri, ada dua dimensi yang harus diperhatikan yaitu ergonomik dan estetis.

Kebutuhan-kebutuhan ergonomik:

1. Seberapa penting kemudahan pemakaian?
2. Seberapa pentingnya kemudahan perawatan
3. Berapa banyak interaksi pemakai yang diperlukan untuk fungsi-fungsi produk?
4. Berapa pembaruan yang interaksi pemakai diperlukan?
5. Apa pokok permasalahan keamanan?

Kebutuhan-kebutuhan estetis:

1. Apa diferensiasi produk diperlukan?
2. Seberapa penting gengsi kepemilikan, kesan, dan model?
3. Apakah suatu produk estetis memotivasi tim?

2.1.3.9 Prototipe

Untuk mendukung desain *interface*, pengujian kegunaan, dan kegiatan lainnya yang berhubungan dengan faktor manusia, pembuatan prototipe sangat dibutuhkan. Prototipe adalah perkiraan awal dari produk akhir yang dirancang. Prototipe memiliki tampilan dan fitur dari produk akhir tetapi belum memiliki fungsional secara penuh (Chandra dan Jumenno, 2010).

Prototipe dapat didefinisikan sebagai sebuah penaksiran produk melalui satu atau lebih dimensi yang menjadi perhatian. Dengan definisi ini, setiap wujud yang memperlihatkan sedikitnya satu aspek produk yang menarik bagi tim

pengembangan dapat ditampilkan sebagai sebuah prototipe. Membuat prototipe merupakan proses pengembangan perkiraan-perkiraan semacam itu dari produk (Ulrich & Eppinger, 2001).

Prototipe dapat berguna diklasifikasikan di antara dua dimensi. Dimensi yang pertama adalah tingkat dimana sebuah prototipe merupakan suatu bentuk fisik sebagai lawan dari analitik. Prototipe fisik merupakan bentuk nyata yang dibuat untuk memperkirakan produk. Aspek-aspek dari produk yang diminati oleh tim pengembangan secara nyata dibuat menjadi suatu benda untuk pengujian dan percobaan.

Dimensi yang kedua adalah tingkat dimana suatu prototipe merupakan prototipe yang menyeluruh sebagai lawan dari terfokus. Prototipe yang menyeluruh mengimplementasikan sebagian besar atau semua atribut dari produk. Prototipe yang menyeluruh dapat disamakan dengan pemakaian sehari-hari dari kata prototipe, yaitu merupakan sebuah skala keseluruhan, versi kerja keseluruhan dari produk.

Prototipe menyeluruh adalah yang diberikan kepada pelanggan untuk mengidentifikasi kekurangan dari desain sebelum memutuskan untuk diproduksi. Sedangkan prototipe terfokus mengimplementasikan satu atau sedikit sekali atribut produk (Ulrich & Eppinger, 2001).

Dalam proyek pengembangan produk, prototipe digunakan untuk empat tujuan, yaitu:

1. Pembelajaran

Prototipe sering digunakan untuk menjawab dua macam pertanyaan "Akankah dapat bekerja?" dan "Sejauh mana dapat memenuhi kebutuhan pelanggan?" Saat harus menjawab pertanyaan semacam ini, prototipe diperlakukan sebagai alat pembelajaran.

2. Komunikasi

Prototipe memperkaya komunikasi dengan manajemen puncak, penjual, mitra, keseluruhan anggota tim, pelanggan, dan investor. Hal ini benar karena sebuah gambaran, alat, tampilan 3D dari produk lebih mudah dimengerti daripada sebuah penggambaran verbal, bahkan sebuah sketsa produk sekalipun.

3. Penggabungan

Prototipe digunakan untuk memastikan bahwa komponen-komponen dan subsistem-subsistem dari produk bekerja bersamaan seperti yang diharapkan. Prototipe fisik menyeluruh paling efektif sebagai alat penggabung dalam proyek pengembangan produk karena prototipe ini membutuhkan perakitan dan keberhubungan fisik dari seluruh bagian dan subasembli yang membentuk sebuah produk.

4. *Milestones*

Dalam tahap pengembangan produk berikutnya, prototipe digunakan untuk mendemonstrasikan bahwa produk telah mencapai tingkat kegunaan yang diinginkan.

2.2 **Pengujian Data**

Pengujian data dimaksudkan untuk mengetahui apakah data tersebut valid dan reliabel atau tidak. Karena instrumen yang baik harus memenuhi dua persyaratan tersebut. Hal ini dikarenakan benar atau tidaknya data sangat menentukan akan apakah penelitian tersebut bermutu atau tidak. Sedangkan benar atau tidaknya data, tergantung dari baik atau tidaknya instrumen yang digunakan untuk penelitian. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian validitas dan reliabilitas.

2.2.1 **Uji Validitas**

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau tingkat kebenaran suatu instrument atau suatu indeks yang menunjukkan alat ukur tersebut benar-benar mengukur apa yang diukur (Noor, Juliansyah, 2011). Suatu instrument dikatakan valid apabila telah memenuhi standar batas ukuran yang digunakan. Suatu instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat mengitung data yang diinginkan secara benar dan tepat. Tinggi rendahnya validitas instrumen menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul tidak menyimpang dari gambaran tentang variabel yang dimaksud.

Uji validitas untuk mengetahui apakah kuesioner yang disusun tersebut itu valid atau sah, maka perlu diuji dengan uji korelasi atau skor (nilai) dari tiap-

tiap butir pertanyaan dengan skor total kuesioner tersebut. Adapun teknik korelasi yang biasa dipakai adalah teknik korelasi *product moment* dan untuk mengetahui apakah nilai korelasi dari tiap-tiap pertanyaan itu *significant*, maka dapat dilihat pada tabel *product moment* atau menggunakan SPSS untuk mengujinya. Untuk butir pertanyaan yang tidak valid harus dibuang atau tidak dipakai sebagai instrumen pertanyaan (Noor, Juliansyah, 2011).

2.2.2 Uji Reliabilitas

Reliabilitas menunjuk pada suatu pengertian bahwa suatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen tersebut cukup baik. Instrumen yang baik tidak akan bersifat tendensius mengarahkan responden untuk memilih jawaban-jawaban tertentu. Instrumen yang sudah dapat dipercaya, yang reliabel akan menghasilkan data yang dapat dipercaya juga. Apabila datanya memang benar dan sesuai dengan kenyataan, maka berapa kali pun diambil, akan menghasilkan jawaban yang sama pernyataan umum menyatakan bahwa instrumen penelitian harus reliabel. Dengan pengertian kita dapat salah arah (*misleading*). Yang diusahakan dapat dipercaya adalah datanya, bukan hanya instrumennya saja. Ungkapan yang menyatakan bahwa instrumen harus reliabel sebenarnya mengandung arti bahwa instrumen harus baik hingga mampu mengungkap data yang dapat dipercaya. Apabila pengertian ini sudah bisa dimengerti maka tidak akan begitu kesulitan dalam menentukan cara pengujian instrumen reliabilitas.

Pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan secara eksternal dan internal. Sama halnya seperti pada uji validitas, yang membedakan antara eksternal dan internal hanyalah cara-cara menguji tingkat reliabilitas instrumen. Jika perhitungan dilakukan memasukkan atau termasuk data dari luar, itu berarti pengujian secara eksternal. Sebaliknya jika data perhitungan hanya berasal dari data itu saja, maka termasuk dalam pengujian internal.

2.3 Skala Likert

Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang kejadian atau gejala social dalam penelitian. Dengan menggunakan skala Likert, maka variable yang akan diukur dijabarkan menjadi dimensi, dimensi dijabarkan menjadi sub variable kemudian sub variable dijabarkan kembali menjadi indikator-indikator yang dapat diukur. Akhirnya indikator-indikator yang terukur ini dapat dijadikan titik tolak untuk membuat item instrument yang berupa pertanyaan atau pernyataan yang perlu dijawab oleh responden. Setiap jawaban dihubungkan dengan bentuk pernyataan atau dukungan sikap yang diungkapkan dengan kata-kata sebagai berikut. (Ridwan & Sunarto, 2011).

<u>Pernyataan Positif</u>			<u>Pernyataan Negatif</u>		
Sangat Penting	(SP)	= 5	Sangat Penting	(SP)	= 1
Penting	(P)	= 4	Penting	(P)	= 2
Cukup Penting	(CP)	= 3	Cukup Penting	(CP)	= 3
Kurang Penting	(KP)	= 2	Kurang Penting	(KP)	= 4
Tidak Penting	(TP)	= 1	Tidak Penting	(TP)	= 5

Perhitungan nilai atau skor dalam penelitian dengan menggunakan rumus

$\text{Nilai} = \text{SP} \times 5 + \text{P} \times 4 + \text{CP} \times 3 + \text{KP} \times 2 + \text{TP} \times 1$	$\dots\dots\dots 2.4$
--	-----------------------

(Ridwan & Sunarto, 2011).

2.4 Antropometri

Istilah anthropometri berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “mertri” yang berarti ukuran. Secara definitif anthropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lain nya.

Anthropometri secaraluas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam melakukan interaksi manusia. Data anthropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

1. Perancangan area kerja
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, pekakas (*tool*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja komputer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

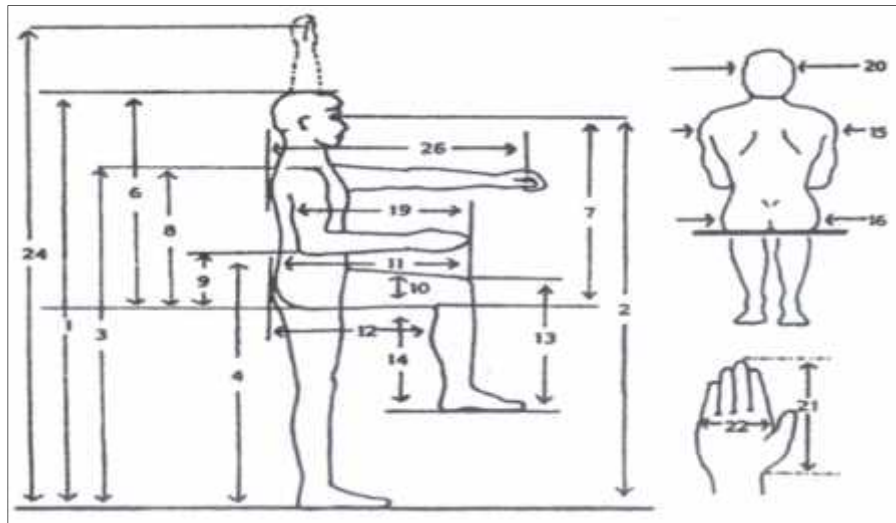
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut (Wignjosoebroto, 1995).

2.3.1 Data Antropometri dan Pengukurannya

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut itu antara lain:

1. Umur. Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahun.
2. Jenis kelamin (*sex*). Dimensi tubuh ukuran laki-laki pada umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh, seperti pinggul dan sebagainya.
3. Suku bangsa (*ethnic*). Setiap suku bangsa maupun kelompok ethnic akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.
4. Posisi tubuh (*posture*). Sikap (*posture*) ataupun sikap tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran.

Adapun anggota tubuh yang perlu diukur adalah seperti terlihat pada gambar 2.5 sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):



Gambar 2.5 Dimensi Antropometri Tubuh Manusia
(Sumber: SritomoWignjosoebroto, 1995)

Keterangan Gambar :

1. Tinggi badan tegak (Tbt), yaitu dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai dengan ujung kepala).
2. Tinggi mata berdiri (Tmb), yaitu tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu berdiri (Tbb), yaitu tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku berdiri (Tsb), yaitu tinggi siku dalam posisi berdiri tegak.
5. Tkt, yaitu tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (tidak ditunjukkan dalam gambar).
6. Tinggi duduk tegak (Tdt), yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata duduk (Tmd), yaitu tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu duduk (Tbd), yaitu tinggi bahu dalam posisi duduk.
9. Tinggi siku duduk (Tsd), yaitu tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
10. Tebal paha (Tp), yaitu tebal atau lebar paha.
11. Pantat ke lutut (Pkl), yaitu panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12. Pantat popliteal (Pp), yaitu panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut atau betis.

13. Tinggi lutut duduk (Tld), yaitu tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi popliteal (Tpo), yaitu tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan lutut bagian dalam.
15. Lebar bahu (Lb), yaitu lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk).
16. Lebar pinggul (Lp), yaitu lebar pinggul/pantat.
17. Lebar sandaran duduk (Lsd), yaitu lebar dari punggung, jarak horizontal antara kedua tulang belikat.
18. Tinggi pinggang (Tpg).
19. Panjang lengan bawah (Plb), yaitu panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi tegak lurus.
20. Lebar kepala (Lkp).
21. Panjang tangan (Pt), yaitu panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan (Lt), yaitu lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar ke samping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan tegak (Tjtt), yaitu tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus ke atas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan duduk (Tjtd), yaitu tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya No. 24, tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).
26. Jangkauan tangan ke depan (Jtd), yaitu jarak jangkauan tangan yang terjulur ke depan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

2.3.2 Aplikasi Data Antropometri Dalam Perancangan

Data antropometri untuk berbagai ukuran anggota tubuh baik yang diukur dalam posisi tetap (*structural body dimension*) ataupun posisi bergerak dinamis sesuai dengan fungsi yang bisa dikerjakan oleh anggota tubuh tersebut (*functional*

body dimension) dan dikelompokan berdasarkan nilai persentil dari populasi tertentu akan sangat bermanfaat untuk menentukan ukuran-ukuran yang harus diakomodasikan pada saat perancangan sebuah produk, fasilitas kerja maupun stasiun kerja. Persoalan yang paling mendasar dalam mengaplikasikan data antropometri dalam proses perancangan adalah bagaimana bisa menemukan dimensi ukuran yang paling tepat untuk rancangan yang ingin dibuat agar bisa mengakomodasikan mayoritas dan potensial populasi yang akan menggunakan/mengoperasikan hasil rancangan tersebut. Dalam hal ini ada dua dimensi rancangan yang akan dijadikan dasar menentukan minimum dan/atau maksimum ukuran yang umum ingin ditetapkan, yaitu : (W.Soebroto 2000).

1. Dimensi jarak ruangan (*clearance dimensions*), yaitu dimensi yang diperlukan untuk menentukan minimum ruang (*space*) yang diperlukan orang untuk dengan leluasa melaksanakan aktivitas dalam sebuah stasiun kerja baik pada saat mengoperasikan maupun harus melakukan perawatan dari fasilitas kerja (mesin dan peralatan) yang ada. Jarak ruangan (*clearance*) dalam hal ini dirancang dengan menetapkan dimensi ukuran tubuh yang terbesar (*upper percentile*) dari populasi pemakai yang diharapkan. Sebagai contoh pada saat kita merancang ukuran lebar jalan keluar-masuk (*personal aisle*) ke sebuah areal kerja, maka disini dimensi ukuran lebar jalan akan ditentukan berdasarkan data antropometri (lebar badan) dengan persentil terbesar (95th atau 97.5th percentile) dari populasi.
2. Dimensi jarak jangkauan (*reach dimension*), yaitu dimensi yang diperlukan untuk menentukan maksimum ukuran yang harus ditetapkan agar mayoritas populasi akan mampu menjangkau dan mengoperasikan peralatan kerja (tombol kendali, *keyboard*, dan sebagainya) secara mudah dan tidak memerlukan usaha (*effort*) yang terlalu memaksa. Disini jarak jangkauan akan ditetapkan berdasarkan ukuran tubuh terkecil (*lower percentile*) dari populasi pemakai yang diharapkan dan biasanya memakai ukuran 2.5th atau 5th percentile.

Berdasarkan dua dimensi rancangan tersebut diatas dan untuk mengaplikasikan data antropometri agar bisa menghasilkan rancangan produk,

fasilitas maupun stasiun kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh dari populasi pemakai terbesarnya (*fitting the task to the man*); maka ada tiga filosofi dasar perancangan yang bisa dipilih sesuai dengan tuntutan kebutuhannya (W.Soebroto 2000), yaitu :

1. Rancangan untuk ukuran rata-rata (*design for average*), yang banyak dijumpai dalam perancangan produk/fasilitas yang dipakai untuk umum (*public facilities*) seperti kursi kereta api, bus dan fasilitas umum lainnya yang akan dipakai oleh orang banyak (masalah utama jarang sekali dijumpai orang yang memiliki dimensi ukuran rata-rata, sehingga rancangan yang dibuat tidak akan bisa sesuai dengan ukuran mayoritas populasi yang ada).
2. Rancangan untuk ukuran ekstrim (*design for extrem*), yang ditujukan untuk mengakomodasikan mereka yang memiliki ukuran yang terkecil atau yang terbesar (dipilih salah satu) dengan orientasi mayoritas populasi akan bisa terakomodasi oleh rancangan yang dibuat.
3. Rancangan untuk ukuran yang bergerak dari satu ekstrim ke ekstrim ukuran yang lain (*design for range*), yang diaplikasikan untuk memberikan fleksibilitas ukuran (karena ukuran mampu diubah-ubah) sehingga mampu digunakan oleh mereka yang memiliki ukuran tubuh terkecil maupun yang terbesar (biasanya akan memakai ukuran dari range percentile 5th dan 95th).

Selanjutnya untuk mengaplikasikan data antropometri dalam proses perancangan ada beberapa langkah dan sistematika prosedur yang harus ditempuh yang dapat dijelaskan sebagai berikut (W.Soebroto 2000):

1. Tentukan terlebih dahulu mayoritas (potensi) dari populasi yang diharapkan akan memakai/mengoperasikan produk/fasilitas rancangan yang akan dibuat (seperti yang dilakukan dalam langkah penetapan target dan *segmentasi* pasar)
2. Tentukan proporsi dari populasi (percentile) yang harus diikuti, seperti 90th, 95th, 97,5th Atau kah 99th percentile.

3. Tentukan bagian-bagian tubuh dan dimensinya yang akan terkait dengan rancangan yang dibuat.
4. Tentukan prinsip ukuran yang harus diikuti apakah rancangan tersebut untuk ukuran ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel (*range*), ataukah menggunakan ukuran rata-rata.
5. Aplikasikan data antropometri yang sesuai dan tersedia, bilamana diperlukan tambahkan dengan (*allowance*) untuk mengantisipasi ketebalan pakaian yang harus dikenakan, pemakaian sarung tangan (*gloves*), dan sebagainya.